

# Vehicle window glass antenna using transparent conductive film

**Patent number:** DE3721934  
**Publication date:** 1988-01-28  
**Inventor:** INABA HIROSHI (JP); SHINNAI MASAO (JP);  
NISHIKAWA KAZUYA (JP); SAITOH TAMOTSU (JP);  
TSUKADA TOKIO (JP)  
**Applicant:** CENTRAL GLASS CO LTD (JP)  
**Classification:**  
- **International:** H01Q1/32; C03C17/06; C03C17/23; C03C27/12  
- **European:** H01Q1/12G  
**Application number:** DE19873721934 19870702  
**Priority number(s):** JP19860155938 19860704; JP19860181993 19860804

Also published as:



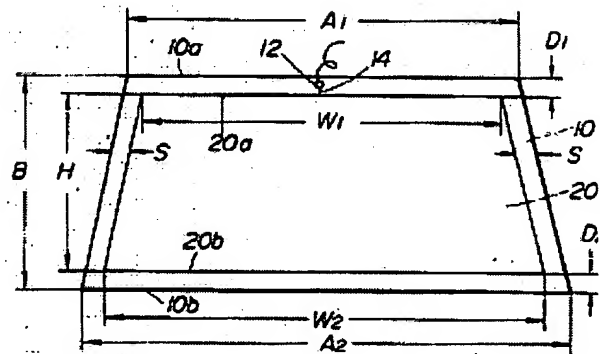
US4849766 (A)  
GB2193846 (A)  
FR2601194 (A)

Report a data error here

Abstract not available for DE3721934

Abstract of corresponding document: **US4849766**

The invention relates to a receiving antenna disposed on or in a vehicle window glass such as the rear window glass or the windshield of an automobile. The antenna comprises, as a principal antenna element, a transparent and conductive film in the shape of a quadrilateral having two substantially parallel sides one of which is at a distance of 15-25 mm from the upper edge of the window glass and the other at a distance of 15-25 mm from the lower edge. The quadrilateral film may be so wide that the remaining two sides thereof extend along the two side edges of the window glass; respectively, at a distance of 15-25 mm from the respective side edges. This is suitable for reception of not only FM radio broadcast waves in the 76-90 MHz or 88-108 MHz band and TV broadcast waves in the 90-222 MHz band but also AM radio broadcast waves. When the antenna is mostly for reception of FM radio broadcast waves and/or TV broadcast waves, it is suitable that the transparent and conductive film is in the shape of a rectangle which is elongate in the direction substantially perpendicular to the upper and lower edges of the window glass and has a lateral width in the range from 50 to 250 mm.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift  
①⑪ DE 3721934 A1

②① Aktenzeichen: P 37 21 934.0  
②② Anmeldetag: 2. 7. 87  
②③ Offenlegungstag: 28. 1. 88

⑤① Int. Cl. 4:  
H01Q 1/32  
C 03 C 17/06  
C 03 C 17/23  
C 03 C 27/12

DE 3721934 A1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
04.07.86 JP P 61-155938 04.08.86 JP P 61-181993  
⑦① Anmelder:  
Central Glass Co., Ltd., Ube, Yamaguchi, JP

⑦④ Vertreter:  
Manitz, G., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Finsterwald, M.,  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Heyn, H., Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., 8000 München; Rotermund, H.,  
Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

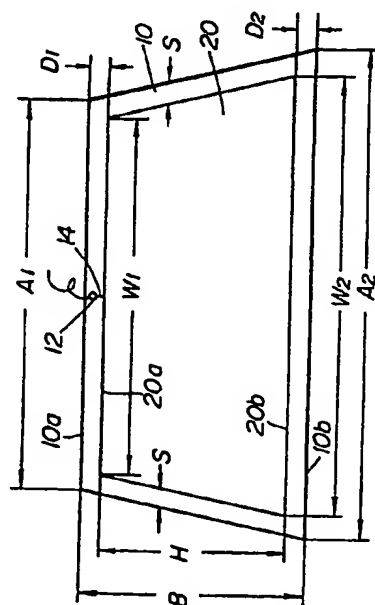
⑦② Erfinder:  
Inaba, Hiroshi; Shinnai, Masao; Nishikawa, Kazuya;  
Saitoh, Tamotsu; Tsukada, Tokio, Matsusaka, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Kraftfahrzeug-Glasfenster-Antenne mit einer transparenten leitfähigen Schicht

Es wird eine Empfangsantenne gezeigt, die an einem Kraftfahrzeug-Glasfenster wie an einer Heckfensterscheibe oder Windschutzscheibe (10) eines Kraftfahrzeuges ausgebildet ist. Als hauptsächliches Antennenelement ist eine transparente und leitfähige Schicht (20) in Form eines Vierecks mit zwei im wesentlichen parallelen Seiten (20a; 20b) vorgesehen, deren Abstand ( $D_1$ ;  $D_2$ ) von der oberen bzw. unteren Kante (10a, 10b) der Glastafel jeweils 15 bis 25 mm beträgt. Die Vierseit-Schicht kann so breit sein, daß die beiden restlichen Seiten den beiden Seitenkanten mit einem Abstand (S) von 15 bis 25 mm folgen. Damit können nicht nur das übliche UKW-Rundfunkband mit 76 bis 90 MHz (Japan) oder 88 bis 108 MHz (international) und TV-Wellen im Bereich von 90 bis 222 MHz empfangen werden, sondern auch AM-Rundfunkwellen im Mittelwellenbereich. Wenn die Antenne vorwiegend zum Empfang von UKW-Rundfunkwellen und/oder TV-Wellen bestimmt ist, kann die transparente leitfähige Schicht die Form eines schmalen Rechteckes im Zentralbereich der Fensterglasscheibe einnehmen, mit der gleichen Höhe wie durch die Glaskanten bestimmt, jedoch mit einer Querbreite im Bereich von 50 bis 250 mm.

FIG. 1



## Patentansprüche

1. Kraftfahrzeug-Glasfenster-Antenne, dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptelement der Antenne ein transparenter und elektrisch leitfähiger Film oder Schicht (20; 40, 40'; 44) an einem Fensterglas (10; 10 A) des Fahrzeuges befestigt ist und die Form eines Vierseits mit zwei wesentlichen parallelen Seiten (20 a, 20 b) besitzt, die einen Abstand ( $D_1$ ;  $D_2$ ) von 15 bis 25 mm von der oberen bzw. unteren Kante (10 a; 10 b) der Glastafel (10; 10 A) besitzen.
2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verbleibenden beiden Seiten des Vierseit-Films sich allgemein längs den beiden Seitenkanten des Glasfensters erstrecken, mit einem Abstand ( $S$ ) von 15 bis 25 mm von den Seitenkanten.
3. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (20) die Form eines Rechteckes besitzt, dessen längere Erstreckung ( $b$ ) senkrecht zu der oberen und unteren Kante (10 a, 10 b) des Glasfensters (10, 10 A) verläuft, und das eine Querbreite ( $W$ ) im Bereich von 50 bis 250 mm besitzt.
4. Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die rechteckige Antennenschicht (20) im Zentralbereich der Glasscheibe (10 A) sitzt.
5. Antenne nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Neben-Antennenelement (40, 40'; 44) vorgesehen ist, das eine transparente und leitfähige, an der Fensterglastafel (10 A) angebrachte Schicht ist, mit Abstand ( $E_2$ ,  $E_3$ ) von dem Haupt-Antennenelement (20).
6. Antenne nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine Hilfsantennenelement (40, 40'; 44) eine wärmereflektierende Schicht ist.
7. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß auch das Haupt-Antennenelement (20) eine wärmereflektierende Schicht ist.
8. Antenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bzw. jede Schicht (20; 40, 40'; 44) auf eine Fläche der Fensterglastafel (10) als Schicht aufgetragen ist.
9. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Fensterglastafel eine Laminat-Tafel (10 A) ist, und daß die oder jede Schicht (20; 40, 40'; 44) zwischen die beiden Glastafeln (10, 10') des Glaslaminates (10 A) zwischengesetzt ist.
10. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (20; 40, 40'; 44) eine einlagige Schicht ist aus einem Metalloxid, das Indium-Zinn-Oxid (ITO), Indium-Trioxid oder Zinn-Dioxid sein kann.
11. Antenne nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schicht eine wärmereflektierende Schicht (20; 40, 40'; 44) ist.
12. Antenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht eine Mehrlagenschicht ist aus einem Metalloxid wie  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{BiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  und einem Metall wie Ag, Au und Cu.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kraftfahrzeug-Fensterantenne zum Empfang von Rundfunkwellen, die einen transparenten leitenden Film benutzt, der auf eine Fensterglastafel aufgetragen oder zwischen zwei Glaschichten, die eine Schichtglasplatte bilden, eingebettet wird.

Es ist bekannt, an Heckscheibengläsern von einem Kraftfahrzeug sogenannte Fensterglasantennen anzubringen, die aus leitfähigen Streifen bestehen, welche in einem entsprechenden Muster auf der Glasfläche angeordnet sind. Es ist jedoch schwierig, ausreichend hohen Gewinn beim Empfang von AM- oder FM-Radiowellen und Fernsehwellen mit einer solchen Fensterglasantenne zu erzielen, da die Antenne innerhalb eines sehr engen Gebietes ausgebildet werden muß, das über und unter einer Anordnung von Heckscheiben-Heizstreifen übriggeblieben ist, welche normalerweise an den Heckscheibengläsern vorgesehen sind. Es wurde auch schon vorgeschlagen, die Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeuges mit einer transparenten und leitfähigen Schicht zu versehen, um diese als Antenne zum Empfang von Rundfunkwellen zu benutzen. Bisher haben jedoch Kraftfahrzeug-Fensterglasantennen dieser Art keinen ausreichend hohen Gewinn beim Empfang von Radio- und Fernseh-Rundfunkwellen erzielt.

Es ist damit ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Kraftfahrzeug-Fensterglasantenne zu schaffen unter Benutzung einer transparenten leitfähigen Schicht, die als Rundfunk-Empfangsantenne zum Empfang nicht nur von AM- und FM-Rundfunkwellen, auch von Fernsehwellen benutzbar ist, und die entweder bei der Windschutz- oder Heckscheibe eines Kraftfahrzeuges angewendet werden kann.

Erfindungsgemäß wird eine Kraftfahrzeug-Fensterglasantenne geschaffen, die als Hauptelement der Antenne eine transparente und elektrisch leitfähige Schicht enthält, die an einem Fensterglas des Kraftfahrzeuges angebracht ist und die Form eines Vierseits besitzt mit zwei im wesentlichen parallelen Seiten, von denen die eine mit einem Abstand von 15 bis 25 mm von der Oberkante des Fensterglases und die andere mit einem Abstand von 15 bis 25 mm von der unteren Kante des Fensterglases angebracht ist.

Die transparente und leitfähige Schicht kann auf der Oberfläche der Glastafel aufgetragen sein, die dann als Fensterglastafel benutzt werden kann, oder mit einer weiteren Glasschicht unter Benutzung einer Kunststoffklebe-Zwischenschicht laminiert ist, oder sie kann zusammen mit Kunststoffklebe-Zwischenschichten zwischen zwei Glasschichten eingesetzt sein, die ein laminiertes Glas bilden.

Die Transparenzschicht-Antenne erfindungsgemäßer Art besitzt einer vierseitige Gestalt und besitzt relativ kleinen Abstand, wie oben festgelegt, von jeweils der oberen bzw. der unteren Kante der Fensterglastafel. Durch Benutzung einer solchen Anordnung wird der Antennengewinn beim Empfang von FM-Rundfunkwellen und TV-Senderwellen relativ groß, wahrscheinlich, weil die Antenne wirksam hochfrequente Ströme aufnehmen kann, die in dem Fahrzeuggehäuse durch die einfallenden Wellen erzeugt werden, zusätzlich zu den hochfre-

quenten Strömen, die durch direkten Empfang der einfallenden Welle in der Antenne selbst erzeugt werden.

Wenn es beabsichtigt ist, eine erfindungsgemäße Antenne zu benutzen, um nicht nur FM-Rundfunkwellen und TV-Wellen, sondern auch AM-Rundfunkwellen zu empfangen, wird bevorzugt die transparente und leitfähige Schicht über nahezu die gesamte Fläche des Fensterglases erstreckt, so daß zwei Seiten der vierseitigen Schicht sich allgemein längs der zwei Seitenkanten des Fensterglases jeweils mit einem Abstand von 15 bis 25 mm erstrecken.

Wenn es erforderlich ist, den Antennengewinn beim Empfang von FM-Rundfunktenderwellen und TV-Senderwellen zu maximieren, empfiehlt es sich, die transparente und leitfähige Schicht in Form eines Rechteckes auszubilden, das im wesentlichen senkrecht zu den oberen und unteren Kanten des Fensterglases verlängert ist und eine seitliche Breite im Bereich von 50 bis 250 mm besitzt. Das gründet sich auf die Tatsache, daß ein vertikales Antennenmuster, das aus einem hoch leitfähigen Metall wie Kupferdraht gebildet wird, großen Gewinn zeigt, und die seitliche Breite der rechtwinkligen Schichtantenne wird so festgelegt, daß sie nicht sehr klein wird in Betracht des viel größeren Widerstandes der transparenten und leitfähigen Schicht gegenüber Kupferdraht und dergleichen.

Die transparente und leitfähige Schicht, die bei dieser Erfindung Verwendung findet, kann entweder eine einlagige Schicht am beispielsweise Indium/Zinn-Oxid (ITO), Indium-Trioxid oder Zinnoxid oder eine mehrlagige Schicht sein, die auch wärmeres reflektierend ist und beispielsweise Ag und  $\text{TiO}_2$ , Ag und ZnO oder eine der beiden Substanzen  $\text{BiO}_2$  oder  $\text{TiO}_2$  und Au, Ag oder Cu umfaßt. Da derartige leitfähige Schichten eine hohe Durchlässigkeit für sichtbares Licht besitzen, kann die vorliegende Erfindung entweder bei den Heckscheiben- oder Windschutzscheiben-Glastafeln eines Kraftfahrzeuges Verwendung finden. Für die Wirksamkeit der Antenne ist es sehr günstig, die Windschutzscheibe zu benutzen, die normalerweise eine größere Oberfläche als die Heckscheibe besitzt.

Eine Fensterglasantenne erfindungsgemäßer Art ist für Anwendung bei Kraftfahrzeugen sehr geeignet, und eine solche Antenne zeigt einen ausreichend hohen durchschnittlichen Gewinn sowohl im 76 bis 90 MHz-Band, das in Japan für frequenzmodulierte (FM) Rundfunktenderwellen benutzt wird, im 88 bis 108 MHz-Band, das in vielen anderen Ländern für FM-Rundfunk verwendet wird, und im für Fernsehsendungen benutzten Bereich von 90 bis 222 MHz. Sie ist auch zum Empfang von amplitudenmodulierten (AM) Rundfunkwellen zu benutzen.

Die Antenne bietet Vorteile gegenüber üblichen Kraftfahrzeug-Fensterglasantennen mit leitfähigen Streifen zur Bildung des Antennenmusters, nämlich einfachen Aufbau und auch Zuverlässigkeit. Bei den üblichen Antennen, die bei Kraftfahrzeugen Verwendung finden, ist es notwendig, die Anzahl und die Anordnung der leitfähigen Streifen entsprechend dem Wagentyp zu ändern. Die erfindungsgemäße Antenne erfordert sehr wenig derartige Abstimmung, und es ist außerdem keine Möglichkeit vorhanden, daß die Antennenanordnung unterbrochen wird.

Es ist möglich, eine Schichtantenne erfindungsgemäßer Art wärmeres reflektierend auszuführen, wie es bereits erwähnt wurde. Außerdem ist es möglich, eine erfindungsgemäße Antenne auch gleichzeitig als Heizstreifen für z. B. Heckscheiben zu benutzen. Wenn das Fenster aus einer laminierten Glasscheibe besteht, ist es möglich, auf der gleichen Fensterglasfläche sowohl eine erfindungsgemäße Antenne als auch übliche Antibeschlag-Heizstreifen anzubringen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert; in dieser zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein Fahrzeug-Glasfenster, das mit einer transparenten Schichtantenne nach einer ersten Ausführung der Erfindung versehen wurde,

Fig. 2 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem Abstand der Antenne aus Fig. 1 von der oberen und unteren Kante der Fensterglastafel und dem Durchschnittsgewinn der Antenne beim Empfang von FM-Rundfunkwellen oder Fernsehwellen,

Fig. 3 eine Antenne nach Fig. 1, die gleichzeitig als Antibeschlag-Heizelement eingesetzt wird,

Fig. 4 eine Draufsicht auf ein Kraftfahrzeug-Glasfenster, das mit einer erfindungsgemäßen Transparenzschicht-Antenne und zusätzlich mit einer Anordnung von Antibeschlag-Heizstreifen versehen ist,

Fig. 5 eine Teilschnittansicht eines Teils des Glasfensters aus Fig. 4,

Fig. 6 verschiedene Stellen für die Speisepunkte der Antenne aus Fig. 1, bei einem Versuch zur Klärung der Auswirkung der Lage des Speisepunktes auf der Wirksamkeit der Antenne,

Fig. 7 eine Abwandlung der Form der Schichtantenne aus Fig. 1,

Fig. 8 eine Draufsicht auf ein Kraftfahrzeug-Glasfenster mit einer Transparenzschichtantenne als weitere Ausführung der Erfindung,

Fig. 9 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen der Querbreite der Antenne aus Fig. 8 und dem durchschnittlichen Antennengewinn beim Empfang von FM-Rundfunkwellen oder Fernseh-Wellen,

Fig. 10 eine Hinzufügung von weiteren Transparenzschichtantennen zu der Schichtantenne aus Fig. 8,

Fig. 11 ein Kraftfahrzeug-Glasfenster, das mit wärmeres reflektierenden Schichten und einer Anordnung aus Antibeschlag-Heizstreifen zusätzlich zu der Transparenzschichtantenne nach Fig. 8 versehen wurde, und

Fig. 12 die Hinzufügung einer Hilfs-Transparenzschichtantenne zu der Schichtantenne nach Fig. 8.

Fig. 1 zeigt eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe mit einer Antenne 20 erfindungsgemäßer Art. Die Antenne 20 besteht aus einer transparenten leitfähigen Schicht, die auf die Innenfläche der Glastafel 10 aufgetragen wurde. Bei dieser Ausführung ist die aufgetragene Schicht 20, die als Antenne dient, durch Abscheiden von ITO auf die Glasfläche mit einem physikalischen Verfahren ausgebildet, wobei ein Sprüh- oder ein Vakuum-Abscheidungsverfahren verwendet werden kann. Die Transparenzschichtantenne 20 besitzt Trapezform, die nahezu der Form der Glastafel 10 gleicht, und bedeckt fast die gesamte Oberfläche der Glastafel 10, jedoch ist die Schichtantenne, wie genau zu sehen ist, von allen Kanten der Glastafel abgesetzt. Erfindungsgemäß beträgt sowohl der Abstand  $D_1$  der Oberkante 20 a der Antenne 20 von der Oberkante 10 a der Glastafel 10, wie auch der Abstand  $D_2$  der Unterkante 20 b der Antenne 20 von der Unterkante 20 b der Glastafel etwa 15 bis 25 mm; dabei brauchen  $D_1$  und  $D_2$  nicht notwendigerweise gleich zu sein. Der Abstand S jeder Seitenkante der Antenne 20 von

der nahegelegenen Seitenkante der Glastafel liegt auch im Bereich von 15 bis 25 mm. Die Antenne 20 ist durch eine kurze Zuleitung oder einen Draht 14 an einem Speisepunkt 12 angeschlossen.

Bei einer Ausführungsform betrugen die Abmaße der Glastafel 10 nach Fig. 1  $A_1 = 1120$  mm,  $A_2 = 1480$  mm und die Höhe  $B = 504$  mm, und die Abmaße der Antenne 20 betrugen  $W_1 = 1080$  mm,  $W_2 = 1444$  mm und die Höhe  $H = 464$  mm. Die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  der Antenne 20 von der Ober- bzw. Unterkante der Glastafel 10 ergeben sich damit zu jeweils 20 mm.

Der Gewinn bei diesem Ausführungsbeispiel einer Empfangsantenne beim Empfang von FM-Rundfunkwellen und TV-Wellen wurde gemessen und mit dem Gewinn einer als Norm benutzten 1,5 m langen Dipolantenne verglichen. Es wurde also bei jeder Frequenz der Gewinn der Dipolantenne als Grundlage benutzt und zu 0 dB festgesetzt, und der Gewinn der beschriebenen Antenne wurde darauf bezogen. Es ergab sich ein Gewinn von -12,7 dB im Durchschnitt bei dem japanischen UKW-Sendeband von 76 bis 90 MHz, von -15,9 dB im Durchschnitt im internationalen FM-Rundfunkband von 88 bis 108 MHz und -19,5 dB im Durchschnitt im VHF-Fernsehbereich 90 bis 222 MHz. Zum Vergleich ist anzugeben, daß bei der gleichen Testreihe ein besseres Ausführungsbeispiel einer üblichen Glasfensterantenne aus leitfähigen Streifen an einer Glastafel Durchschnittsgewinne (in der gleichen Weise gegen eine Dipolantenne gemessen) von -20,1 dB im 76 bis 90 MHz-Band, -23,2 dB im 88 bis 108 MHz-Band und -20,6 dB im TV-VHF-Bereich zeigte. Es ist demnach festzustellen, daß die Glasfensterantenne nach Fig. 1 eine beträchtliche Verbesserung der Wirksamkeit in einem ziemlich breiten Bereich zeigt.

Bei dem Ausführungsbeispiel einer Antenne nach Fig. 1 wurden die Gewinne beim Empfang von AM-Rundfunkwellen gemessen und verglichen mit dem Gewinn einer Peitschenantenne von 1 m Länge am Rückteil des Kraftfahrzeuges. Es wurde also bei jeder Frequenz der Gewinn der Peitschenantenne als Grundlage von 0 dB genommen, und es ergab sich für das Ausführungsbeispiel ein durchschnittlicher Gewinn von -10,3 dB im Rundfunk-AM-Band von 535 bis 1605 kHz. Bei dem angegebenen Ausführungsbeispiel einer üblichen Glasfensterantenne betrug der durchschnittliche Gewinn (bezogen auf die Peitschenantenne) -10 dB. Dementsprechend kann die Antenne nach Fig. 1 als von praktischem Wert auch zum Empfang von AM-Rundfunkwellen angesehen werden.

Mit Bezug auf die Transparentschichtantenne 20 nach Fig. 1 wurde ein Versuch durchgeführt, um das Verhalten des Empfangsgewinnes der Antenne bei unterschiedlichen Abständen  $D_1$  und  $D_2$  der Antenne 20 festzustellen. Die Ergebnisse sind in Fig. 2 festgehalten, und zwar zeigt die Kurve (I) den Gewinn beim Empfang von FM-Rundfunkwellen im UKW-Bereich von 76 bis 108 MHz und die Kurve (II) den durchschnittlichen Gewinn beim Empfang von TV-Wellen im Bereich von 90 bis 222 MHz. Dabei ist wiederum der Gewinn auf die Standard-Dipolantenne mit 0 dB bezogen. Aus Fig. 2 ist zu ersehen, daß der Empfangsgewinn sowohl für FM-Rundfunk- als auch TV-Wellen dann am besten ist, wenn die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  im Bereich von 15 bis 25 mm liegen.

Wie Fig. 3 zeigt, kann die Transparentschichtantenne 20 nach Fig. 1 gleichzeitig als Heckscheiben-Heizelement benutzt werden. Zu diesem Zweck wird die Antenne 20 an den Seiten mit Klemmen 16 versehen, die mit Zuleitungen zur Verbindung mit dem Kraftfahrzeug-Bordnetz von beispielsweise 12 V an den gegenüberliegenden Kanten der Antenne oder der Leitschicht 20 dienen. Die grundsätzliche Funktion der Antenne 20 wird durch diese Beaufschlagung mit Heizstrom nicht beseitigt, wenn sich auch ein bestimmter Abfall des Antennengewinns ergibt.

In Fig. 4 und 5 ist ein Kraftfahrzeug-Heckglasfenster gezeigt, das mit einer transparenten Schichtantenne 20 erfindungsgemäßer Art und einer Anordnung von Heizstreifen 30 versehen ist. Die Glastafel 10 ist hier ein Schicht- oder Laminatglas, und die Schichtantenne 20 ist zwischen den beiden Glasschichten 10 und 10' angeordnet, die das Schichtglas bilden. Die Heizstreifen 30 sind auf der Innenfläche der Glastafel 10 A durch Ausheizen einer auf die Glasfläche aufgetragenen Leitpaste erzeugt. Zwei Zuleitungsleisten 32 für die Heizstreifen 30 sind nach dem gleichen Verfahren an der gleichen Glasfläche ausgebildet. In diesem Fall wird die als Antenne benutzte transparente leitfähige Schicht 20 als eine Mehrlagenschicht ausgeführt, die aus einer Ag-Lage und einer  $TiO_2$ -Lage besteht, welche an einem Polyesterfilm 22 abgeschieden sind. Der Polyesterfilm 22 mit der daran befindlichen Leitschicht 20 und Zwischenschichten 24 aus Polyvinylbutyral oder einem anderen Kunststoff werden sandwichartig unter leichtem Druck zusammengefügt, und das sich ergebende Laminat wird unter Erwärmung ausreichend unter Druck gesetzt, um es zusammenzufügen. Die Speisestelle 12 wird unter Benutzung eines kleinen Einschnittes 18 in der Glastafel 10 gebildet, und die Zuleitung 14 wird dadurch ausgebildet, daß die Leitschicht 20 entweder an dieser Stelle bis zum freigelegten Bereich herausgeführt wird, oder es wird ein Stück Metallfolie, beispielsweise eine Kupferfolie, benutzt, die zwischen die Leitschicht 20 und die benachbarte Zwischenschicht 24 eingesetzt wird.

Die Form und Größe der Antenne 20 nach Fig. 4 und 5 ist allgemein die gleiche wie bei der Ausführung nach Fig. 1, und diese Antenne 20, in die Tafel 10 A aus laminiertem Glas eingebettet, entspricht bei den Empfangsgewinnen der Antenne 20 nach Fig. 1 an der Glastafel-Innenfläche.

Bei der Antenne 20 in den Fig. 1 und 4 gezeigten Ausführungsformen beeinflusst die Lage der Speisestelle 12 geringfügig den Antennengewinn. Unter Benutzung des erwähnten Ausführungsbeispiels der Antenne 20 nach Fig. 1 wurde ein Versuch durchgeführt, bei dem die Lage der Speisestelle 12 so geändert wurde, wie es in Fig. 6 mit den Punkten A bis L dargestellt ist. Bei jeder Lage der Speisestelle 12 wurden die Gewinnwerte der Antenne 20 für FM-Rundfunkwellen im Bereich von 76 bis 108 MHz und für TV-Wellen im Bereich von 90 bis 222 MHz gemessen, und bei jeder Frequenz wurde die Lage A der Speisestelle 12 als Grundlage mit 0 dB genommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt, und es sind jeweils Durchschnittswerte im UKW- oder VHF-Bereich genommen.

Tabelle 1

Speisestellenlage	Gewinn (dB)	
	UKW-Band (76—108 MHz)	TV-Bereich (90—222 MHz)
A	0	0
B	0	-2,1
C	-1,0	-1,9
D	-2,1	-3,1
E	-3,6	-0,3
F	-2,0	-2,2
G	-1,9	-2,1
H	-4,2	-3,5
I	-7,3	-5,0
J	-4,9	-1,6
K	-5,2	-4,4
L	-6,2	-4,8

Wie die Versuchsdaten in Tabelle 1 zeigen, ist es das beste, wenn die Speisestelle 12 in der Mitte des Raumes an der Oberkante der Glastafel 10 liegt, und die dann folgenden "besten" Stellen verteilen sich über den oberen Rand der Glastafel; es ist dann auch noch der Mittelpunkt am unteren Rand der Glastafel hervorzuheben.

Fig. 7 zeigt nun eine zu den bisher besprochenen Antennenformen unterschiedliche Schichtantenne 20 erfindungsgemäßer Art. Diese Antenne 20 kann so angesehen werden, daß nur ein Umfangsabschnitt der trapezförmigen Antenne 20 nach Fig. 1 benutzt wird. Es wird hier also die Herstellung der Schichtantenne 20 durch ein physikalisches Beschichtungsverfahren im Zentralbereich 10 c der Glastafel 10 nicht durchgeführt.

Die Antenne 20 nach Fig. 7 zeigt zur Antenne nach Fig. 1 mit viel größerer Fläche nahezu äquivalenten Gewinn.

Fig. 8 zeigt eine Kraftfahrzeug-Windschutzscheibe mit einer anderen Transparentschichtantenne 20 als weiterer Ausführungsform der Erfindung. Die Glastafel 10 A ist hier ein Schicht- oder Laminatglas mit zwei Glasschichten, und die Schichtantenne 20 sitzt etwa in der in Fig. 5 gezeigten Art zwischen diesen beiden Glasschichten.

Bei dieser Ausführung wurde die transparente und leitfähige Schicht 20, die als Antenne dient, durch Abscheiden von ITO auf dem Polyesterfilm 22 (Fig. 5) ausgebildet, und die Querbreite der Schicht oder der Antenne 20 ist hier weit geringer als die Breite der Glastafel 10 A. So besitzt die Schichtantenne 20 nach Fig. 8 eine Rechteckform, deren größere Länge senkrecht auf der oberen bzw. unteren Kante der Glastafel 10 A steht, und sie sitzt in der Mitte der Glastafel 10 A. Auch in diesem Fall liegen die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  der Antenne 20 von der oberen bzw. unteren Kante der Glastafel 10 im Bereich von 15 bis 25 mm.

Bei einem ausgeführten Beispiel der Windschutzscheibe nach Fig. 8 betrugen die Maße der Glastafel 10 A:

- $A_1$  = 1200 mm,
- $A_2$  = 1500 mm und
- $B$  = 710 mm,

und Werte der Antenne 20 sind

- $W$  = 150 mm und
- $H$  = 660 mm.

Die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  der Antenne 20 von der oberen bzw. unteren Kante der Glastafel 10 A sind damit jeweils 25 mm. Die Gewinnwerte dieser ausgeführten Antenne beim Empfang von FM-Radiowellen und TV-Wellen wurden gemessen und verglichen mit einer Dipolantenne von 1,5 m Länge, wobei der Gewinn der Dipolantenne wieder zu 0 dB gesetzt wurde. Es ergab sich ein Gewinn von -16,9 dB im Durchschnitt im japanischen UKW-Rundfunkbereich von 76 bis 90 MHz, von -17,0 dB im internationalen UKW-Rundfunkbereich von 88 bis 108 MHz und von -18,7 dB im Durchschnitt im TV-Sendebereich von 90 bis 222 MHz. Zum Vergleich ergab im gleichen Versuch eine Peitschenantenne von 1 m Länge, ebenfalls bezogen auf die Dipolantenne, einen Gewinn von -16,1 dB im 76 bis 90 MHz-Band, von -21,1 dB im internationalen UKW-Band und von -22,0 dB im TV-Bereich. Dementsprechend kann die Antenne 20 nach Fig. 8 als mindestens der Wirksamkeit einer Peitschenantenne entsprechend, in manchen Fällen sogar besser funktionierend angesehen werden.

Bei der eben beschriebenen rechteckigen Antenne mit verringerter Breite ist es vorteilhaft, die Antenne 20 im Mittenbereich der Glastafel gemäß in Fig. 8 auszubilden, aber es ist auch möglich, den Ort einer derartigen Antenne nach links oder nach rechts zu verschieben. Es ist auch möglich, eine Antenne, die der rechtwinkligen Antenne 20 nach Fig. 8 entspricht und ihr äquivalent ist, dadurch auszubilden, daß eine transparente und leitfähige Schicht an der Oberfläche der Glastafel ausgebildet wird.

Mit Bezug auf die Antenne 20 in der in Fig. 8 gezeigten Form und Anordnung wurde ein Versuch durchgeführt, um die Beziehung zwischen der Querbreite  $W$  der Antenne und dem Empfangsgewinn dieser Antenne zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in Fig. 9 zusammengefaßt, und zwar zeigt hier die Kurve (1) einen durchschnittli-

chen Gewinn beim Empfang des japanischen UKW-Rundfunkbereiches von 76 bis 90 MHz, die Kurve (2) den durchschnittlichen Gewinn beim internationalen UKW-Bereich von 88 bis 108 MHz und die Kurve (3) den durchschnittlichen Gewinn beim Empfang von TV-Wellen im Bereich von 90 bis 222 MHz. In jedem Fall ist der Antennengewinn auf die Standarddipolantenne mit 0 dB bezogen. In Fig. 9 ist zu sehen, daß der Empfangsgewinn nicht nur im japanischen und internationalen UKW-Bereich, sondern auch im TV-Bereich dann maximal wird, wenn die Querbreite  $W$  der rechteckförmigen Antenne 20 nach Fig. 8 im Bereich von 50 bis 250 mm liegt.

Die Höhe  $H$  (also die Länge des länglichen Rechtecks) der Antenne 20 in Fig. 8 bestimmt sich zum größeren Teil dadurch, daß die Abstände  $D_1$  und  $D_2$  der Antenne von der oberen bzw. unteren Kante der Glastafel im Bereich von 15 bis 25 mm liegen sollen. Wenn das eingehalten wird, zeigt die Antenne maximalen Gewinn dann, wenn die Höhe  $B$  der Glasfenstertafel so ist, daß die Höhe  $H$ , also die Länge des Rechtecks in den Bereich der Resonanzlänge für die Frequenz von 90 MHz fällt, d. h.  $(\lambda/4)\alpha \pm (\lambda/20)\alpha$ , wobei  $\lambda$  die Wellenlänge bedeutet und  $\alpha$  der Wellenlängen-Kürzungskoeffizient der Fensterglasantenne ist. Normalerweise ist  $\alpha$  ca. 0,6, und damit ergibt sich die Länge in einem Bereich von 400 bis 600 mm. Die Bezugsfrequenz von 90 MHz liegt sowohl im japanischen als auch im internationalen UKW-Bereich und ebenfalls an der unteren Grenze des Bereiches für Fernsehwellen in den unteren Kanälen (90–108 MHz). Bei den höheren Fernsehkanälen (170 bis 222 MHz) ist der Halbwellen-Resonanzbereich für die mittlere Frequenz von 195 MHz  $(\lambda/2)\alpha \pm (\lambda/20)\alpha$  in dem erwähnten Bereich der Resonanzlängen bei 90 MHz enthalten. Das ist wahrscheinlich der Grund für den Maximalgewinn der Antenne mit einer Länge von 400 bis 600 mm.

In Fig. 10 ist zu der rechtwinklig-länglichen Antenne 20 nach Fig. 8 im Zentralbereich der Glasfenstertafel eine Hilfs- oder Nebenantenne 40 an der linken Seite und eine weitere Hilfs- und Nebenantenne 40' an der rechten Seite hinzugefügt. Auch jede solche Hilfs- oder Nebenantenne 40 und 40' besteht aus einem transparenten leitfähigen Film, der zwischen den beiden Glasschichten in der gleichen Weise wie die primäre rechtwinklige Antenne 20 ausgebildet und eingesetzt ist. Für jede Schichtantenne 20, 40, 40' ist ein Speisepunkt 12 vorgesehen, so daß jede solche Antenne unabhängig benutzt werden kann.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Windschutzscheibe nach Fig. 10 betrugen die Maße der Glastafel 10 A:

Breite  $A_1$  = 1200 mm,  
Breite  $A_2$  = 1500 mm, und  
Höhe  $B$  = 710 mm, und

die Abmessungen der rechtwinkligen Antenne 20 und der Hilfsantennen 40 und 40' waren folgende:

$W$  = 250 mm,  
 $H$  = 660 mm,  
 $D_1$  =  $D_2$  = 25 mm,  
 $W_1$  =  $W_1'$  = 380 mm,  
 $W_2$  =  $W_2'$  = 500 mm,  
 $E_1$  =  $E_2$  =  $E_3$  =  $E_4$  = 50 mm.

Die Gewinnwerte jeder Antenne 20, 40 und 40' in diesem Ausführungsbeispiel bei UKW-Rundfunkwellen und TV-Wellen wurden gemessen und auf den Gewinn einer Standard-Dipolantenne bezogen, für die der Gewinn 0 dB angesetzt wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

	Durchschnittlicher Gewinn (dB)		
	Rechtw. Mittenantenne (20)	Nebenantenne (40)	Nebenantenne (40')
Japanisches UKW-Band (76–90 MHz)	–18,0	–18,5	–20,3
Intern. UKW-Band (88–108 MHz)	–17,5	–17,6	–18,0
VHF-TV-Band (90–222 MHz)	–21,6	–22,9	–24,0

Aus Tabelle 2 ist zu ersehen, daß die Nebenantennen 40 und 40' jeweils nur geringfügig kleinere Wirksamkeit als die rechtwinklige Mittenantenne 20 besitzen. Das bedeutet, daß die Nebenantennen 40 und 40' als unabhängige Antennen benutzt werden können. Dementsprechend ist es möglich, die drei Antennen 20, 40 und 40' in Fig. 10 zusammen als eine Reihe von Diversity-Antennen zu benutzen, bei denen die Empfangsgewinne der drei Antennenelemente 20, 40, 40' kontinuierlich miteinander verglichen werden, um als aktives Antennenelement jeweils das wirksamste zu benutzen, mit einer sehr kurzen Umschaltzeit von 1/4000 s.

Die länglich/rechtwinklige Antenne 20 zeigt nicht immer ausreichend hohen Gewinn beim Empfang von UKW-Rundfunkwellen, das wird jedoch auch dadurch ausgeglichen, daß die Nebenantennen 40 und 40' zusammen mit der Antenne 20 benutzt werden. Bei einer Benutzung der Antennen 20, 40 und 40' im angeführten



Ausführungsbeispiel konnte auf diese Weise ein durchschnittlicher Gewinn im AM-Empfangsband von 535 bis 1605 kHz von  $-6,3$ , bezogen auf eine 1 m lange Peitschenantenne mit 0 dB, gemessen werden. Dieses Versuchsergebnis zeigt die Verwendbarkeit der Kombination aus Antennen 20, 40 und 40' zum Empfang von AM-Rundfunkwellen, in Hinsicht auf die bereits angeführte Tatsache, daß bei den besseren üblichen Glasfensterantennen der durchschnittliche Gewinn (bezogen auf die Peitschenantenne) im gleichen Frequenzband  $-10,5$  dB betrug.

Fig. 11 zeigt ein Kraftfahrzeug-Heckglasfenster mit einer Transparenschichtantenne 20 in Rechteckform gleichartig zur Antenne 20 in Fig. 8. Die Glastafel 10 A ist hier wieder ein Glas-Laminat, und die Schichtantenne 20 ist zwischen die beiden Glasschichten eingesetzt, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. In diesem Fall ist die als Antenne benutzte transparente Schicht 20 eine Mehrlagenschicht mit einer Ag-Lage und einer  $TiO_2$ -Lage, und ist an der Polyesterschicht 22 in Fig. 5 abgeschieden. In relativ breiten Bereichen an der linken und rechten Seite der Antenne 20 ist die gleiche Mehrlagenschicht zwischen die beiden Glasschichten eingesetzt (genau gesagt, zwischen die beiden Zwischenschichten 24 in Fig. 5), und diese Mehrlagenschichten dienen als transparente wärmereflektierende Schichten 42 und 42'. Weiter ist eine Anordnung aus Antübeschlag-Heizstreifen 30 mit zwei Zuleitungsleisten 32 auf der Innenfläche der Glastafel 10 A durch Ausbacken einer auf die Glasfläche aufgetragenen Leitpaste ausgebildet. Die Wirksamkeit der rechtwinkligen Schichtantenne 20 wird durch die Hinzufügung der wärmereflektierenden Schicht 42, 42' und der Heizstreifen 30 kaum beeinflußt.

Fig. 12 zeigt eine Abwandlung der Nebenantennen 40, 40' aus Fig. 10. In diesem Falle ist die rechtwinklige Mittenantenne 20 aus einer wärmereflektierenden Mehrlagenschicht gebildet mit einer Ag-Lage und einer  $TiO_2$ -Lage, und die gleiche Mehrlagenschicht wird zur Schaffung einer Nebenantenne 44 benutzt, die relativ breite Bereiche zur linken und rechten Seite der Antenne 20 einnimmt. Demzufolge wirkt fast die gesamte Fläche der Fenstertafel 10 A wärmereflektierend. Die Nebenantenne 44 kann selbst als Antenne zum Empfang von UKW-Radiowellen und TV-Wellen benutzt werden, wie nach der vorangehenden Beschreibung der Hilfsantennen 40 und 40' nach Fig. 10 zu verstehen ist. Die rechtwinklige Mittenantenne 20 und die Nebenantenne 44 können zusammen als Diversitätsantenne zum Empfang von UKW-Rundfunkwellen und TV-Wellen benutzt werden. Es ist auch möglich, die Nebenantenne 44 zusammen mit der Antenne 20 zum Empfang vom AM-Rundfunkwellen einzusetzen.

**Nummer:** 37 21 934  
**Int. Cl.<sup>4</sup>:** H 01 Q 1/32  
**Anmeldetag:** 2. Juli 1987  
**Offenlegungstag:** 28. Januar 1988

Technical drawing of a trapezoidal cross-section of a beam. The diagram shows the following dimensions and labels:

- Top Width:**  $A_1$
- Top Flange Thickness:**  $10a$
- Top Flange Width:**  $W_1$
- Top Flange Depth:**  $D_1$
- Top Flange Slope:**  $12$  and  $14$
- Top Flange Angle:**  $\phi$
- Top Flange Surface:**  $S$
- Top Flange Thickness:**  $20a$
- Top Flange Depth:**  $20b$
- Top Flange Width:**  $10b$
- Top Flange Angle:**  $W_2$
- Top Flange Angle:**  $A_2$
- Top Flange Angle:**  $10$
- Top Flange Angle:**  $S$
- Top Flange Angle:**  $20$
- Top Flange Angle:**  $D_2$
- Top Flange Angle:**  $1$

The graph shows the gain (GEWINN) in dB as a function of the distance (ABSTAND) in mm for two different configurations, (I) and (II). The x-axis ranges from 0 to 50 mm, and the y-axis ranges from 0 to -30 dB. Both curves start at approximately -30 dB at 4 mm, rise to a peak around 18 mm, and then level off. Curve (I) reaches a higher peak and plateau than curve (II).

ABSTAND $D_1 (=D_2)$ (mm)	GEWINN (dB) (I)	GEWINN (dB) (II)
4	-30	-30
10	-18	-22
18	-14	-18
30	-16	-19
40	-17	-20
50	-17	-20

02.07.87

3721934

FIG.3

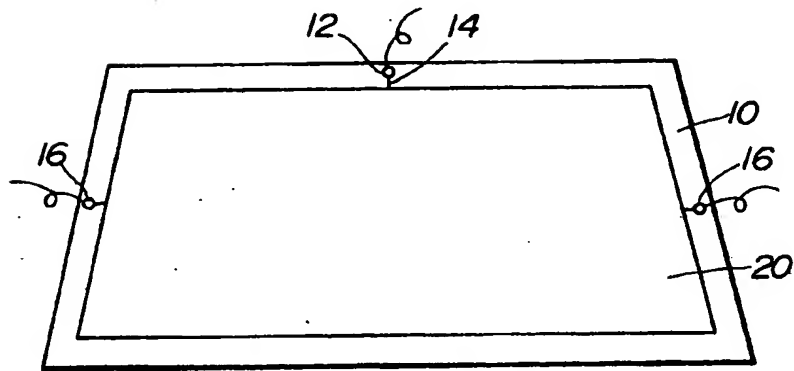


FIG.4

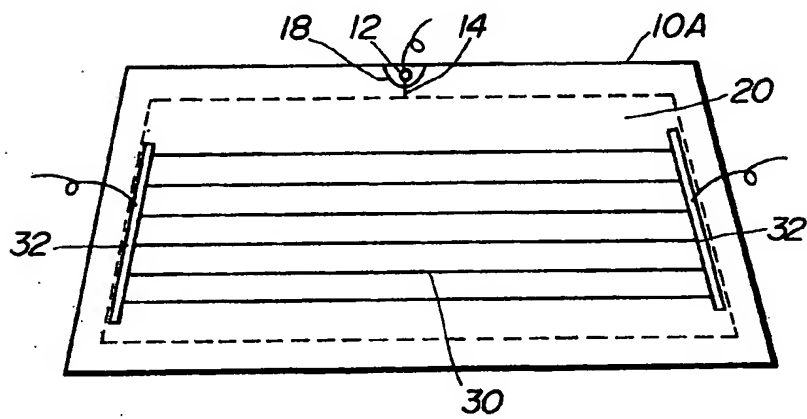
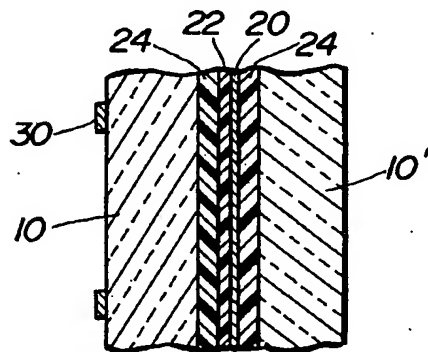


FIG.5



02-07-87

3721934

FIG.6

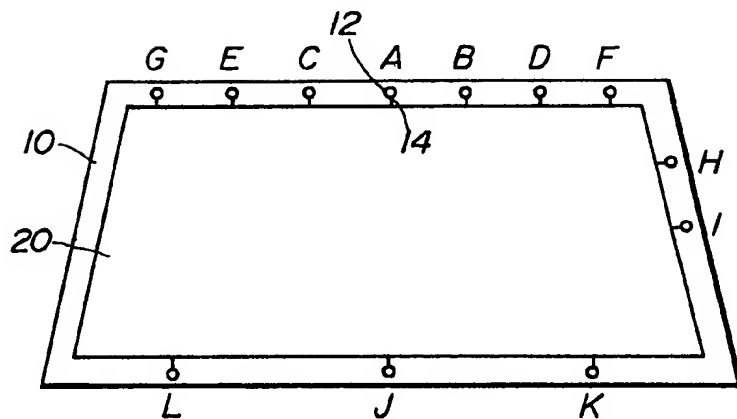


FIG.7

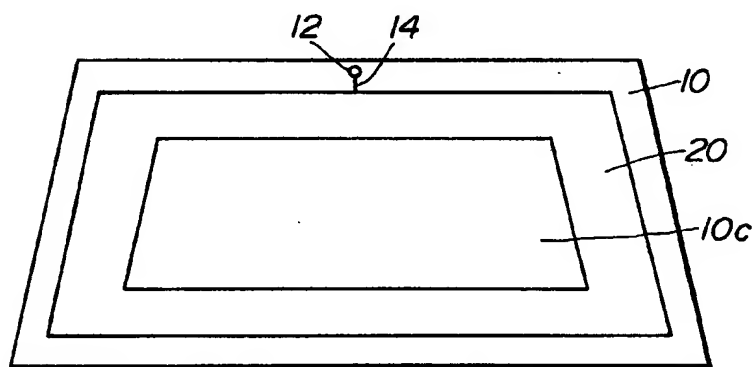
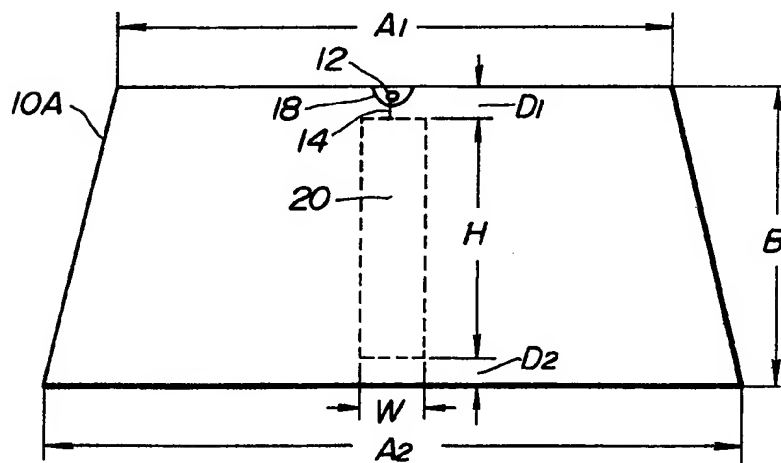


FIG.8



02.07.87

3721934

FIG.9

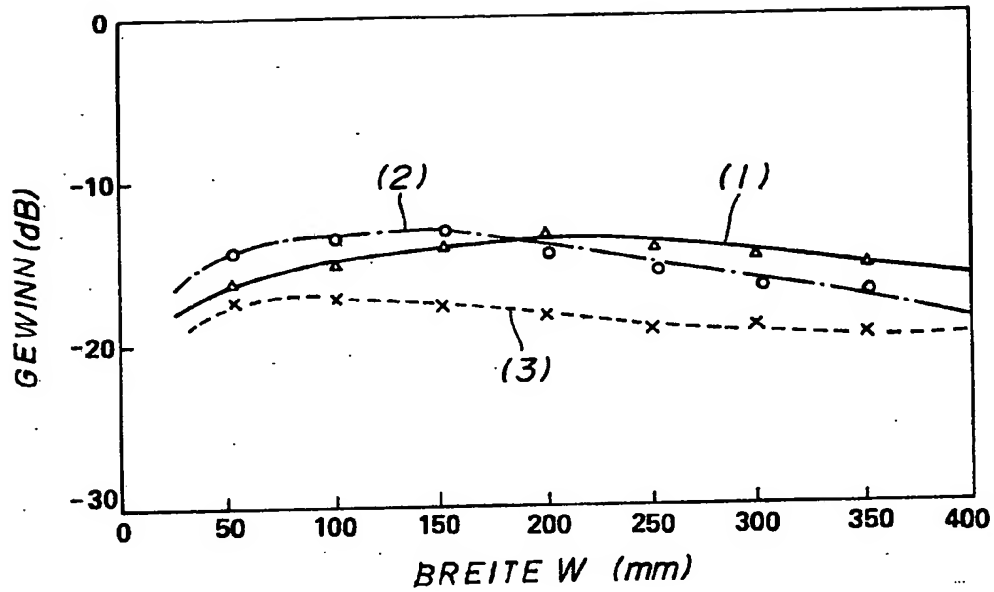
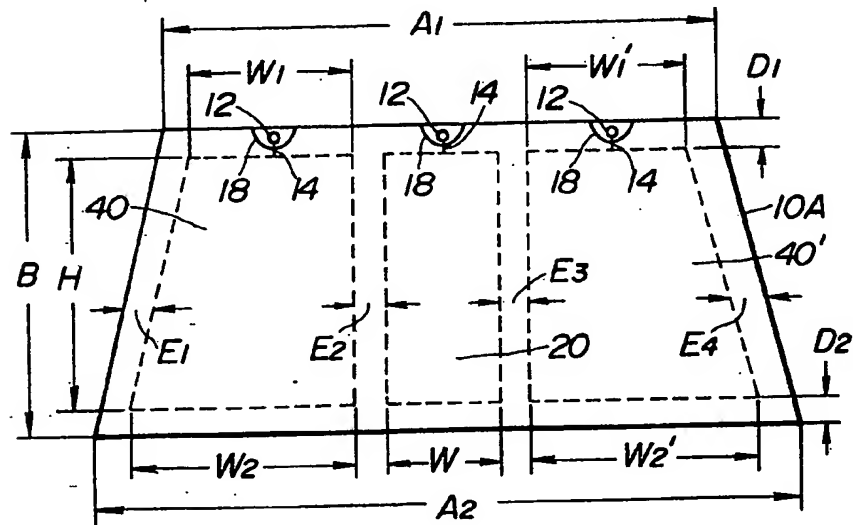


FIG.10



02.07.87

3721934

FIG. 11

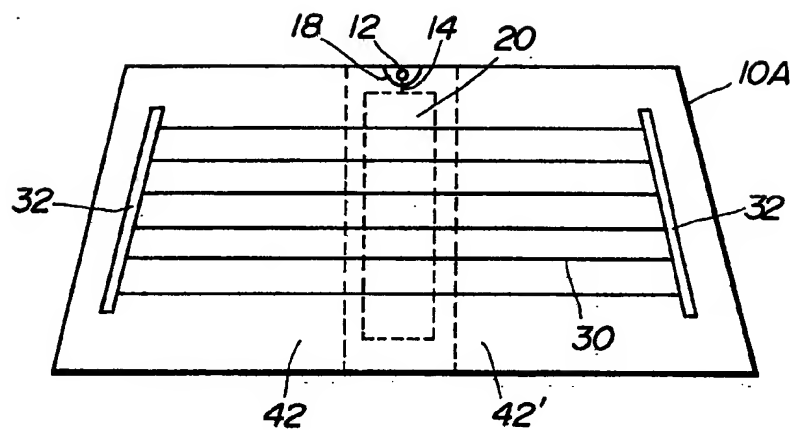


FIG. 12

